

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081563

氣象入門第一課--相關於地面氣壓的實驗探索

學校名稱：臺北縣永和市永平國民小學

作者： 小六 黃靖天 小六 董乃嘉 小六 陳婕瑄 小六 許芳慈	指導老師： 黎美珠
---	------------------

關鍵詞： 大氣壓力、地面氣壓

氣象入門第一課——相關於地面氣壓的實驗探索

〈摘要〉

日常生活中經由一些現象常常可以察覺空氣壓力的存在，例如使用吸管吸飲果汁，又如罐裝煉乳只開一個小孔倒不出來……等等，然而這種體驗只在定性層面，本文透過簡易可行的實驗設計，憑藉測量值檢視氣壓大小，使我們對於氣壓的體驗，提升到定量層面。

本文一系列實驗從大氣壓力的測量開始，然後擴及氧氣和水蒸氣的分壓，實驗方法刻意避開了水銀，改用「以水試氣」來測量氣壓。實驗靠著兩根長 235 cm 的硬質透明塑膠管，平行直立而底部接通，底部短管一側橫出並設有活栓，整個裝置固定在木架上。在氣壓測量的實驗過程中，發現這個自製裝置也可以模擬空氣的流動，空氣流動是一種相關於氣壓的現象。此外，我們另外自製了體積測量裝置，藉著氣壓平衡的機制，以新方法測量落塵的體積。

壹、研究動機

空氣和人們的生命息息相關，雖然大家對於空氣習以為常，然而人們卻在漫長的歲月中，經由緩慢而漸進的過程，才了解空氣的特性，關於空氣諸多性質中，著名的托里切利實驗是科學史上的大事，實驗方法是將一端封閉的玻璃管灌滿水銀，然後將貯滿水銀的玻璃管倒置在水銀槽中，使開口端沒入水銀中，從水銀柱的垂直高度測出大氣壓力，從此大氣壓力的量值不再如謎樣的神秘。

由於環境保護與人體保健的因素，今天學校裡的自然課不會違法使用水銀做實驗，沒有水銀如何使托里切利實驗的量值重現呢？我們透過實驗裝置的改良，發現用水取代水銀也可以測出大氣壓力的量值（容後敘述），從這裏我們聯想了氧和水蒸氣的分壓，應該也可以在不用水銀的情況下，藉著化學方法的介入而測量出來，因此我們打算將分壓的測量作為接續實驗。此外，例如空氣流動的實驗模擬、空氣污染物落塵體積的測量，這一類氣壓相關現象也列入了我們延伸研習活動的計畫中。

雖然今日各學術機構測量大氣壓力、氧氣和水蒸氣分壓時，使用精良的儀器，但是我們還是打算「從做中學」，培養發現問題解決問題的能力。對於看不見、嗅不出，觸摸起來似有若無的空氣，希望能夠利用一些簡易器材，進行相關於地面氣壓的實驗探索，經由「實驗以驗實」，感受全新的體驗。

貳、研究目的

- 一、自製壓力測量裝置，設計「以水試氣」的方法，用水取代水銀測量大氣壓力。
- 二、利用壓力測量裝置，介入化學和物理方法，測量空氣中氧的分壓。
- 三、利用壓力測量裝置，介入化學和物理方法，測量空氣中的水蒸氣分壓。
- 四、自製體積測量裝置，測量空氣污染物沙塵、粉塵或煙塵的體積。
- 五、實驗模擬空氣的流動，探討流速和空氣壓力的關係。

參、研究設備及器材

一、大氣壓力的測量

（一）設備或器具：

自製壓力測量裝置、細字油性筆、矽膠塞（6 號、9 號）、注射針、直尺（30 cm）、捲尺

(3m)、燒杯、漏斗、滴管。

(二) 藥品或材料：(無)

二、空氣中氧氣分壓的測量

(一) 設備或器具：

自製壓力測量裝置、細字油性筆、矽膠塞 (6 號、9 號、11 號)、注射針、捲尺 (3m)、注射管 (80ml)、鑷子、燒杯、滴管、果汁機、刮勺。

(二) 藥品或材料：

釋迦籽、石灰糊、紗布、脫氧劑。

三、空氣中水蒸氣分壓的測量

(一) 設備或器具：

自製壓力測量裝置、細字油性筆、矽膠塞 (6 號、9 號、11 號)、注射針、直尺 (30 cm)、注射管 (80ml)、鑷子、燒杯、滴管、刮勺。

(二) 藥品或材料：

氯化鈣、橄欖油、紗布、吸油紙。

四、空氣污染物落塵體積的測量

(一) 設備或器具：

自製體積測量裝置、細字油性筆、矽膠塞 (6 號、9 號)、注射針、直尺 (30 cm)、量筒 (100 cc、10 cc)、滴管、注射管 (35ml、80ml)、Y 字管、橡皮管夾、游標尺、鑷子、燒杯、毛刷。

(二) 藥品或材料：

落塵 (事先收集)、玻璃珠、骰子、夾鏈袋 (3 號)。

五、實驗模擬空氣的流動

(一) 設備或器具：

自製壓力測量裝置、燒杯、直尺 (150 cm)、細字油性筆、T 字管、橡皮管夾、矽膠塞 (6 號)、馬錶、粗管接細管、塑膠接管。

(二) 藥品或材料：

橡皮管、硬質塑膠管一截 (長 5 cm, ψ 1.10 cm)。

肆、實驗內容

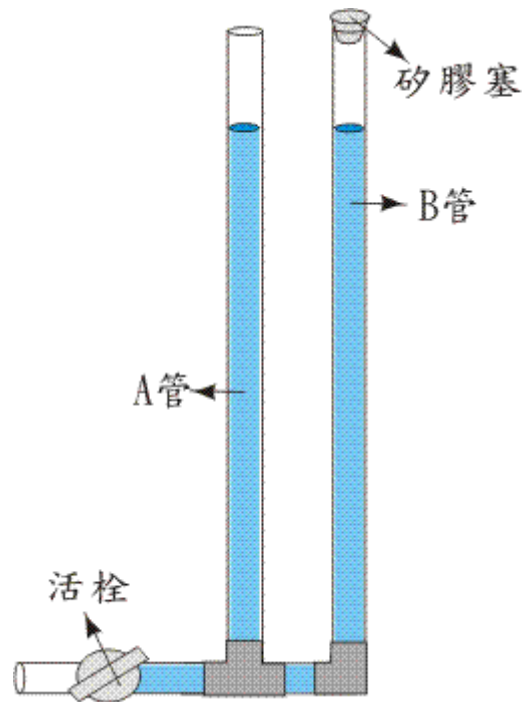
一、大氣壓力的測量

(一) 目的

避開水銀，設想新的實驗方法，試著將大氣壓力測量出來。

(二) 步驟

1、自製氣壓測量裝置：利用塑膠管接頭將透明硬質塑膠四分管連接成下圖，連接時塑膠管接頭先沾一點 PVC 膠，以防實驗時漏水。兩根平行直立的透明塑膠管長度都是 235 cm，兩管底部連接一短管而接通，短管一側橫出並設有活栓，整個裝置固定在高度 180 cm 的木架上 (參看照片)。



2、操作大氣壓力測量裝置時，關閉活栓，由 A 管上端開口加水，此時兩管水位逐漸上升，當水柱高度接近 200 cm 時，停止加水。兩手抓緊木架，選定木架同一側的兩腳為支點，將木架傾斜約略超過 45 度，然後以同樣方式往相反方向的另一側傾斜，使管內水中氣泡逸出水面。後續實驗如果需要驅趕氣泡時，操作方法相同，不再贅述。

3、將矽膠塞塞緊 B 管上端開口，此時兩管水位略有差異，將注射針插穿矽膠塞，等兩管水位平衡後，再拔去注射針。接著用細字筆畫記兩管水位所在位置，用尺測量 B 管上端空氣柱長度，然後打開活栓緩緩放水，此時 A 管水位比 B 管水位降得快，當 A 管水位下降約 50 cm 以上時，關閉活栓。

4、用尺測量放水後 B 管上端空氣柱長度，以及放水前後 A 管水位差，放水前後 A 管水位差減去空氣柱增長的長度，等於放水後兩管水位差。放水前空氣柱內氣壓和大氣壓力相等，放水後空氣柱內氣壓的計算如下：

$$\text{大氣壓力} \times (\text{空氣柱原長} / \text{空氣柱全長})$$

放水後空氣柱內氣壓加上兩管水位差的水壓等於大氣壓力：

$$\text{大氣壓力} = \text{大氣壓力} \times (\text{空氣柱原長} / \text{空氣柱全長}) + \text{兩管水位差的水壓}$$

整理上式而得以下式子：

$$\text{大氣壓力} = (\text{兩管水位差} \times \text{空氣柱全長}) / (\text{空氣柱全長} - \text{空氣柱原長})$$

或是：

$$\text{大氣壓力} = \text{兩管水位差} / (1 - \text{空氣柱原長} / \text{空氣柱全長})$$

利用關係式求出大氣壓力，並與氣象局在網路上發布的即時氣壓作比較。

(三) 結果

實驗次數	實驗日期	空氣柱原長 (cm)	空氣柱全長 (cm)	兩管水位差 (cm)	大氣壓力 (cm-H ₂ O)	即時氣壓 (Hpa)	相對誤差
1	9/26	33.10	37.00	103.50	985.71 (966.64Hpa)	1011.3	4.8%
2	10/3	28.30	31.30	98.85	1029.6 (1009.6Hpa)	1010.6	0.1%
3	11/7	35.00	38.60	93.65	1003.7 (984.27Hpa)	1013.1	2.8%
4	11/28	25.50	28.3	98.50	994.9 (975.6Hpa)	1013.9	3.88%

(四) 討論

1、塞在塑膠管上的矽膠塞，和塑膠管內壁間的空隙，是誤差的來源之一，因此實驗時我們將矽膠塞細的一端截去約三分之一，以減少空隙，且方便插針。

2、放水前兩管水柱等高，水面上的氣壓也相等，當 A 管緩慢放水時，B 管上端的空氣柱逐漸減壓，由於一大氣壓約可以支撐 1033.6 cm 水柱高，因此 A 管水位若下降了一百多公分，相當於減壓十分之一左右，因此 B 管上端空氣柱會變長十分之一左右。

3、緩慢放水的好處是塑膠管內壁不會附著水滴，水流太快會有水滴附著。

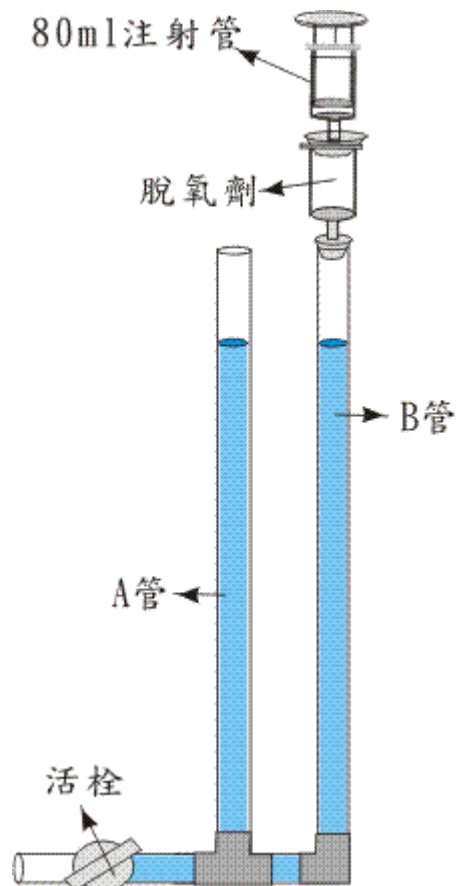
二、空氣中氧氣分壓的測量

(一) 目的

空氣中氧氣壓力是多少呢？希望能夠親眼看看相當於氧氣壓力的水柱。

(二) 步驟

1、沿用前面實驗的氣壓測量裝置，充水直到水柱高與塑膠管頂端相差約 10 cm 為止，驅趕氣泡後，用細字筆畫記兩管平衡時的水位線。



2、使用兩支注射筒，一支取下推桿，預備裝入食品保鮮用的脫氧劑，另一支用來調節氣體體積，兩支注射筒可以藉穿孔的矽膠塞連接。取下推桿的注射筒預先套接在氣壓測量裝置的 B 管頂端。

3、取二小包鳳梨酥包裝袋內的脫氧劑，先將脫氧劑搓揉幾下使它溫熱，並用針扎幾下，然後放入 B 管頂端的注射筒內，隨即套接上另一支注射筒，由於塞矽膠塞引起管內水位些許變動，必須馬上輕拉推桿，將水位調整回來，用細字筆畫記推桿前端在注射筒上的位置。



4、大約等待一到兩小時，這期間可以不定時緩緩推拉推桿，幫助氣體流動，加速氧被吸收。然後打開活栓緩緩放水，直到 B 管水位降回記號處為止，當然此時推桿前端也要拉回注射筒上記號處。測量 A 管下降的水位高度，水位差的水壓等於氧氣分壓。

(三) 結果

實驗次數	氧氣分壓 <cm-H ₂ O>	即時氣壓 <Hpa, 百帕>	公認值 <cm-H ₂ O>	誤差 <百分率%>	備註
1	218.9	1025.4	219.2	0.1	使用釋迦籽
2	223.4	1008.4	215.6	3.7	使用脫氧劑
3	227.3	1017.1	217.4	4.6	使用脫氧劑
4	211.2	1011.4	216.2	2.3	使用脫氧劑

(四) 討論

1、自然課本裡提到過水的鋼棉容易生鏽，滴加醋酸生鏽更快。我們曾經用滴加醋酸的鋼棉實驗，發現鋼棉雖然生鏽而耗盡氧氣，但是也會和醋酸緩慢作用，生成氫氣。後來改用不加醋酸的潮濕鋼棉，剛開始反應雖慢但還可行，但是氧氣濃度愈來愈稀薄時，鋼棉幾乎停止作用，因此鋼棉其實不適用。上表數據是使用脫氧劑實驗而得，效果良好，脫氧劑的主要成分是鐵粉、氯化鈉、沸石、活性碳等。此外，使用研磨得很細的釋迦子也可以實驗，只是用量稍微多一些，而且耗時，不如脫氧劑好。

2、剪開包裝檢視脫氧劑，發現顏色愈深、摸起來愈柔軟者吸氧效果愈好；反之，脫氧劑接觸外界空氣越久顏色變淺褐色、摸起來乾燥粗硬甚至結成塊狀，實驗判定它是失效的脫氧劑（放進 B 管注射筒內 2 小時仍不見水位上升）。

3、實驗開始時和結束時的狀態相比較，氣溫和氣壓如果差異太大，會導致測量的誤差。所幸大部分時候，在兩小時左右氣溫和氣壓的變化都很微小，帶來的影響可以忽略。

4、市售注射管有的管嘴比較長，而且管嘴前端比較尖，為了避免阻滯空氣流動，延緩氧氣被吸收，將管嘴前端截除一小段棄去。

5、數據表中公認值的出處，是將網站上即時氣象的氣壓值，換算單位為公分水柱後，再乘以 20.964 % 而得。

三、空氣中水蒸氣分壓的測量實驗

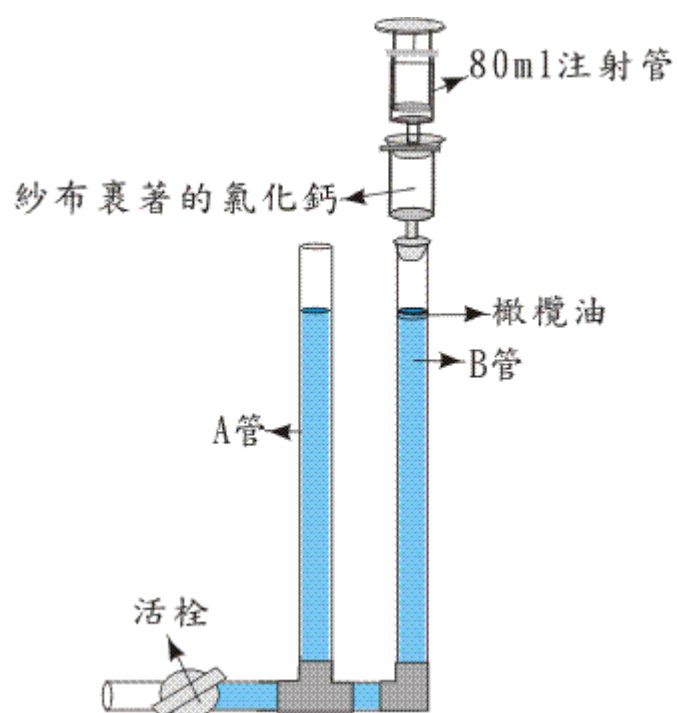
(一) 目的

空氣中水蒸氣含量不定，試著測量空氣中的水蒸氣分壓，比較水蒸氣分壓的變化是否和溼度的變化一致，並且看看相當於水蒸氣壓力的水柱。

(二) 步驟

1、水蒸氣分壓預估並不大，為了利於操作，比照前述實驗所用的氣壓測量裝置，另行製作一個縮小尺寸的氣壓測量裝置，硬質透明塑膠管內徑不變，不過管長從 235 cm 改為 90 cm，支撐裝置的木架也連帶縮小。

2、將實驗裝置充水，直到水柱高與塑膠管頂端相差約 10 cm 為止，水面以上的管壁若有水滴附著，使用吸水紙吸除，然後用長游標自 B 管管口加入少許橄欖油，油層厚約 1 cm，用細字筆畫記兩管平衡時的水位線。



3、使用兩支注射筒，一支取下推桿，預備裝入烘乾的氯化鈣粉末，另一支用來調節氣體體積，兩支注射筒可以藉穿孔的矽膠塞連接。取下推桿的注射筒預先套接在氣壓測量裝置的 B 管頂端。

4、將兩片紗布展開後重疊成兩層，取三刮勺烘過後冷卻的氯化鈣粉末，置於紗布上，捲成筒狀，放入 B 管頂端的注射筒內，隨即套接上另一支注射筒，由於塞矽膠塞引起管內水位些許變動，必須馬上輕拉推桿，將水位調整回來，用細字筆畫記推桿前端在注射筒上的位置。



5、大約等待一個半小時，這期間可以不定時緩緩推拉推桿，幫助氣體流動，加速水蒸氣被吸收。然後打開活栓緩緩放水，直到 B 管水位降回記號處為止，當然此時推桿前端也要拉回注射筒上記號處。測量 A 管下降的水位高度，水位差的水壓等於水蒸氣分壓。

(三) 結果

實驗次數	實驗開始時的天氣狀況			水蒸氣分壓 (cm-H ₂ O)
	天氣狀況	溫度 (°C)	溼度 (%)	
1	陰	23°C	78%	13.25
2	晴	26.6°C	61%	8.5
3	陰	14.9°C	86%	19.3
4	陰	19.2°C	68%	11.0

(四) 討論

1、空氣中水蒸氣含量為不定量，比起大氣壓力來，水蒸氣分壓實在很小，能夠順利測量出來，感到很滿意了。至於空氣中另一種成分二氧化碳，含量更是遠比水蒸氣少，只有萬分之三，因此不打算做。

2、市售克潮靈主要成分是氯化鈣和芳香粒、防蟲粒等，是普遍的家用除濕劑。

3、空氣濕度大時，水蒸氣分壓的測量值也比較大，二者呈現正相關性。

4、實驗結束時，不要馬上打開活栓放水，先將塑膠管上端的注射管取下，加水接近全滿，此時管內的油將上浮至管口，用吸油紙吸除浮油後，才打開活栓放水。

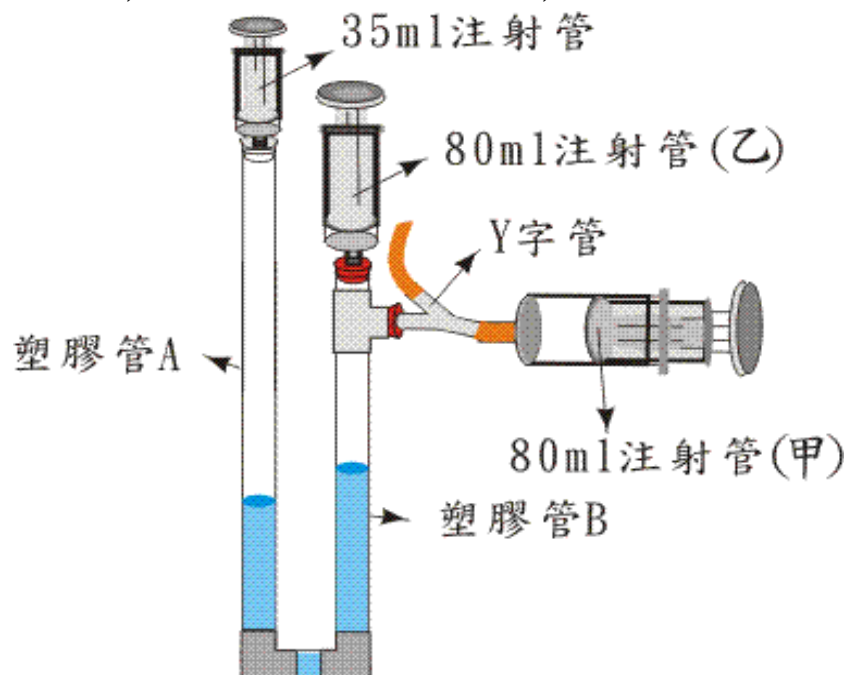
四、空氣污染物落塵體積的測量

(一) 目的

空氣中往往帶有粉塵、沙塵、煙塵…等微粒，分析落塵是監控空氣品質的一個項目，若要知道落塵的密度，除了秤重外，還要量體積，對於水溶性或不能受潮的物質，排水法派不上用場。我們經過一番思量，自製了體積測量裝置，藉著氣壓平衡的機制，測量落塵的體積。

(二) 步驟

1、實驗前的準備工作有兩項：一是收集落塵，帶著毛刷將樓層窗櫺外側的落塵刷進塑膠袋內，風乾及篩濾後備用。另一項工作是自製體積測量裝置：如圖所示，使用塑膠彎頭接頭，將硬質透明塑膠管連接成 U 形，兩支管中的一支管在管口處再以三叉接頭分出，藉穿孔的矽膠塞連接 Y 字管，Y 字管藉橡皮接套連接注射管，Y 字管另一支管連接一截橡皮管，在橡皮管上作記號，作為以後每次夾夾子的地方，整個裝置固定在木板支架上。



2、圖中右邊 80 毫升注射管甲預先取下處理，將推桿推到 50ml 刻度線上，然後用燒熱的鋼釘刺穿注射筒，穿過推桿從另一側穿出。圖中三叉接頭頂端另一支 80 毫升注射管乙也預先取下處理，推桿則推到 40ml 刻度線上，如法炮製。

3、由於大型注射管的刻度可能不準，而且用燒熱的鋼釘刺穿注射筒時，可能和預設的位置有一些偏差，因此還要以充水置換的方法，從量筒刻度讀出注射筒插上鋼釘時的實際容積。

4、如圖，將注射管甲接回原處，推桿拉到 50ml 刻度線上，插入鋼釘扣住推桿。然後注水於 U 形裝置內，水柱高度約為 U 形管高度的一半，畫記兩管水位的平衡位置。由於 35 毫升注射管的管嘴很小，因此，塑膠管 A 管上方先塞緊穿有小孔的矽膠塞，再將注射管管嘴從小孔旋入，裝置內兩管水位幾乎不會變動，仍保持平衡，如果有疑慮，就將注射針從 A 管上方的矽膠塞插入，平衡 A 管內外氣壓後，再拔去注射針。另一支注射管乙也塞緊在 B 管上方，推桿推到管底後，夾上橡皮管夾。

5、將注射管乙的推桿拉到 40ml 刻度線上，插入鋼釘扣住推桿。這時兩管水位不平衡，抽拉 A 管上方的注射管，當兩管水位呈現平衡時，紀錄刻度值。然後鬆開 A 管上方的注射管的推桿，取出注射管乙的鋼釘，並將這兩只注射管的推桿推回注射管底，觀察水位是否仍然等高。



6 拿直尺量出 A 管水位以上到矽膠塞的空氣柱長度，塑膠管內徑用游標尺測量得 1.80 cm，因此 A 管水位以上到矽膠塞的空氣體積可以算出來。

7、假設 B 管和注射管甲之間的不規則形密閉容積為 V_0 ，可以根據以下關係算出 V_0 值：

注射管 A 容積變化 / 塑膠管 A 空氣體積 = 注射管 B 容積變化 / 不規則形密閉容積 V_0

8、鬆開橡皮管夾，取下注射管甲的鋼釘，取出推桿，放入待測物質後再裝回推桿，插回鋼釘。夾上橡皮管夾，重複步驟 5~7。

9、假設放入待測物質後 B 管和注射管甲之間的不規則形密閉容積為 V ，可以根據以下關係算出 V 值：

注射管 A 容積變化 / 塑膠管 A 空氣體積 = 注射管 B 容積變化 / 不規則形密閉容積 V

10、待測物質體積 V_x 如下式：

$$V_x = V_0 - V$$

如果待測物體可以用排水法測量體積，就將兩種方法所得的測量值作一比較。

(三) 結果

實驗次數	物體名稱	注射筒裡放入空夾鏈袋時，不規則封閉空間的體積	注射筒裡放入裝有物體的夾鏈袋後，不規則封閉空間的體積	物體的體積 (cm ³)	排水法測量的物體體積 (cm ³)
第一次	三個矽膠塞	106.63	100.82	5.81	6
	七個骰子		96.94	9.69	10
	十顆彈珠		88.02	18.61	20.8
	一撮灰塵		100.82	5.81	
第二次	一撮灰塵		100.83	5.8	
第三次	一撮灰塵		100.68	5.95	

(四) 討論

- 1、除了測量體積塵埃外，也適於測量水溶性物質的體積，測量限制是物體不能太大，也不能太小，能夠放入注射筒內。
- 2、實驗原理是不同體積但是壓力相同的兩氣體，經過減壓操作時，若壓力仍相同時，則膨脹率也會相同。
- 3、選取可用排水法測量體積的玻璃珠和骰子作為實驗試樣，是為了對照測量值。

五、實驗模擬空氣的流動

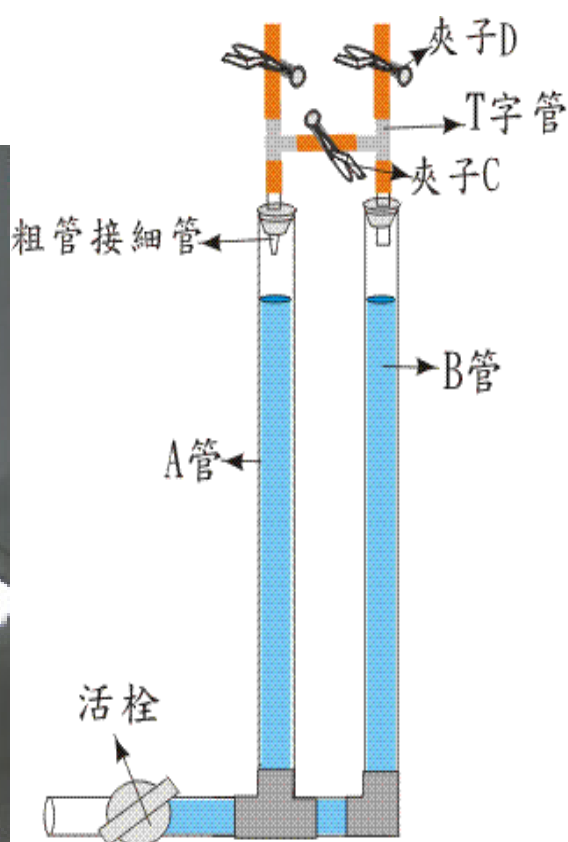
(一) 目的

氣壓測量裝置除了測量總壓和分壓外，我們發現將裝置中兩塑膠管內的氣體當作兩團壓力不同的空氣，竟然還可以模擬空氣的流動。

(二) 步驟

- 1、沿用大氣壓力實驗所用的氣壓測量裝置，關閉活栓，注水直到水柱高度約 200 cm 時為止，然後驅趕水中氣泡，使氣泡逸出水面。
- 2、如圖所示，A 管頂端矽膠塞上的粗管接細管藉橡皮接套與 T 字管相連接，B 管頂端矽膠塞上的塑膠接管藉橡皮接套與另一 T 字管相連接，兩 T 字管以一段橡皮管相連接，橡皮管穿過一截硬質塑膠管，橡皮管中央用細字筆作一記號，作為以後夾夾子的地方，夾子先夾在硬質塑膠管上，兩 T 字管上方支管也連接一段橡皮管並附橡皮管夾。





3、用細字筆畫記 A 管和 B 管此時平衡的水位位置，接著夾上夾子 C，鬆開夾子 D，打開活栓緩緩放水，用燒杯收集流出來的水，此時水位 B 管降得比 A 管快，當兩管水位差達 30 cm 時，關閉活栓，夾上夾子 D，這時兩管水面上密閉氣體的氣壓不同，壓力差 30 cm-H₂O。

4、用馬錶計時，計時開始時鬆開夾子 C，10 秒後夾上夾子 C，打開 B 管上端連著粗管接細管的矽膠塞，從 B 管上端加水，加到兩管水位等高為止，用細字筆畫記 A 管此時的水位位置，用直尺測量兩記號間的長度，硬質塑膠管內徑用游標尺測得為 1.80 cm，因此可以算出兩記號間空氣柱的體積，也就是 B 管流向 A 管的氣體體積。

5、鬆開夾子 C，繼續從 B 管頂端加水，直到兩管水位回到剛開始實驗的位置為止，再塞回 B 管頂端的矽膠塞。

6、分別改變兩管水位差為 60、90、120、150 cm，重複步驟 3~5。

(三) 結果

實驗次數	兩管的壓力差 <cm-H ₂ O>	空氣流動的 高度差(cm)	10 秒鐘內流動的 空氣體積 (cm ³)	平均速率 (cm ³ /sec)
1.	30	7.50	19.08	1.91
2.	60	12.10	30.78	3.08
3.	90	17.50	44.50	4.45
4.	120	21.20	53.92	5.39
5.	150	24.30	61.80	6.18

(四) 討論

- 1、裝置內的空氣流動時，兩硬質塑膠管內的氣體壓力並非固定不變，隨著空氣的流動，從兩管內的水位變化，可以知道兩管內的氣體壓力差逐漸縮小。
- 2、裝置內的空氣流動時，既然兩管內的氣體壓力差逐漸縮小，那麼流速也就時時在變化，愈來愈小，上表只是列出平均流速，不是瞬間流速。
- 3、根據上表實驗結果，兩團空氣壓力差愈大，空氣的流速會愈大。

伍、總結論

一、我們利用日常生活中取得的簡易器材，自製了氣壓測量裝置，測量大氣壓力、氧氣分壓、水蒸氣分壓，所得數據和公認值對照頗為一致；此外，這一台氣壓測量裝置，不僅測量氣壓，還可以模擬空氣流動，可說是一物四用，是堪稱理想的實驗裝置。

二、利用氣壓平衡的機制測量落塵的體積，意義不僅是測出輕而微細的塵埃體積，並且對於水溶性和吸水性物質的體積，排水法不能派用上場時，提供了一種解決的方法。

三、空氣的流動是從高壓流向低壓，兩團空氣壓力差愈大，空氣的流速會愈大。

四、人們常說空氣中氧佔五分之一，若有 10 升空氣，其中氧大約 2 升。其實這個觀念不是十分正確，經過實驗過程的研習，使我們體會空氣各成分具有一起遵循的性質，一定體積的空氣中，各成分體積都相等，只是各成分壓力有大小之別。我們知道，10 升空氣中，氧也是 10 升，只是它的壓力比較小，大約是空氣總壓力的五分之一。

五、相關於氣壓的一系列實驗進行下來，從頭到尾都沒有使用水銀，避開了水銀實驗的害處，實現了當初「以水試氣」的構想！

陸、參考資料

一、中央氣象局網站。96 年 9 月 19 日~97 年 3 月 25 日

取自：<http://www.cwb.gov.tw/>

二、黃福坤（無日期）。壓力(大氣與深海)。民國 96 年 10 月 3 日

取自：<http://www.phy.ntnu.edu.tw/class/demolab/Notes/underwater.html>

三、托里切利實驗（無日期）。民國 96 年 10 月 3 日

取自：http://www.ctjh.tpc.edu.tw/www/center/phy_chem/lab/t1.htm

四、中華民國第四十六屆中小學科學展覽會自然科國小組：釋迦籽~返老還童的秘密。民國 96 年 10 月 31 日

取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/46/elementary/0815/081536.pdf>

- 五、日本多連喜脫氧劑台灣總代理。清海化學。民國 97 年 2 月 1 日
取自 <http://www.keepit.com.tw/>
- 六、自然與生活科技康軒版六上第一單元天氣的變化 pp4~21。

【評語】 081563

自製儀器探討氣壓得相關變化，並衍生氧氣分壓、水蒸氣分壓、落塵量的測量，生動的操作技術令人印象深刻。